

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-133715

(43)Date of publication of application : 21.06.1986

(51)Int.Cl.

H03H 9/17

H01L 41/00

H03H 3/04

(21)Application number : 59-256295

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 03.12.1984

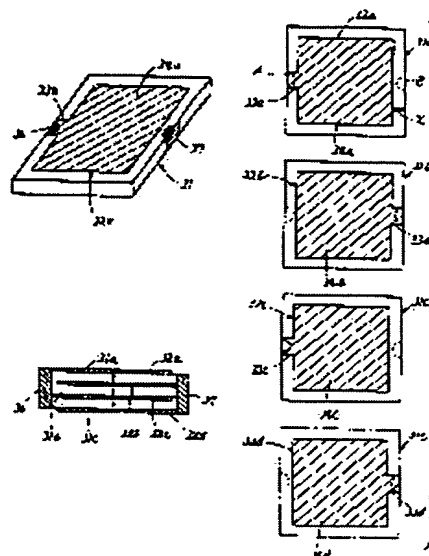
(72)Inventor : OGAWA TOSHIO  
ANDO AKIRA

## (54) PIEZOELECTRIC ELEMENT POSSIBLE FOR FREQUENCY ADJUSTMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To attain frequency adjustment easily and surely by adopting the constitution that a conductor part connecting electrically an internal electrode to be connected is formed in a notch.

CONSTITUTION: Electrode patterns 32a...32c being the internal electrode are formed to a ceramic green sheets 31a...31c, and an electrode pattern 32d is formed to the sheet 31c. The patterns 32a...32d have projections 33a...33d. The sheets are laminated and baked. A couple of notches are formed to the peripheral of the sintered body as shown in broken lines in figure. After the notches are formed to the sintered body, the size of them is a size to expose the end of the projection 33a. Since the depth of the notches is shorter than a distance (x), parts other than the projection are not located in the notches even after forming of the notches. Through the constitution above, in forming conductor parts 36, 37 thick in the notches, even when the side face is polished by the thickness, the electric connection of the internal electrode is ensured. Thus, the end face is polished by the thickness of the conductor parts 36, 37 and the frequency is adjusted easily by the polishment of the end face.



BEST AVAILABLE COPY

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-133715

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)6月21日

H 03 H 9/17  
H 01 L 41/00  
H 03 H 3/04

7210-5J  
7131-5F  
7210-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 周波数調整可能な圧電素子

⑮ 特 願 昭59-256295

⑯ 出 願 昭59(1984)12月3日

⑰ 発 明 者 小 川 敏 夫 長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑰ 発 明 者 安 藤 陽 長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所内  
⑱ 出 願 人 株式会社村田製作所 長岡京市天神2丁目26番10号  
⑲ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

周波数調整可能な圧電素子

## 2. 特許請求の範囲

(1) セラミックグリーンシートが相互に厚み方向に重なり合うように内部電極を介して積層され、一体に焼結されてなる焼結体を用いた積層型圧電素子であって、

積層方向から見たときに、前記焼結体の外周部の少なくとも2以上の箇所に積層方向に延びる切欠が形成されており、該切欠には接続されるべき内部電極の端部のみが露出されており、かつ前記接続されるべき内部電極同士を電気的に接続するための導電部が形成されている、周波数調整可能な圧電素子。

(2) 前記内部電極の前記切欠に臨む端部は、前記切欠の最大幅とほぼ等しい幅で中央の主領域から外側に向かって突出形成されており、前記内部電極の中央の主領域は、前記突出形成された端部を除いては、前記切欠の奥行きよりも中央側に寄せ

られて形成されている、特許請求の範囲第1項記載の周波数調整可能な圧電素子。

(3) 前記内部電極は、前記切欠部分で該切欠に沿う形状に切欠がかかれており、かつ接続されるべき内部電極の該切欠部分には突出部が設けられており、それによって焼結体の切欠に内部電極が露出されている、特許請求の範囲第1項記載の周波数調整可能な圧電素子。

(4) 前記内部電極は、焼結体の切欠に沿う形状の切欠部分を除いては焼結体の端面まで延ばされており、前記電極突出部の露出幅は、焼結体の切欠の幅よりも狭く形成されている、特許請求の範囲第3項記載の周波数調整可能な圧電素子。

(5) 前記内部電極は、1層おきに同一の切欠にその端部が露出されており、それによって前記導電部により相互に電気的に接続されている、特許請求の範囲第1項ないし第4項のいずれかに記載の周波数調整可能な圧電素子。

## 3. 発明の詳細な説明

[発明の分野]

この発明は、セラミックグリーンシートが相互に厚み方向に重なり合うように内部電極を介して積層され、一体に焼結されてなる焼結体を用いた積層型圧電素子の構造の改良に関する。

#### [従来の技術]

従来より、径方向振動を利用する圧電素子として、第2図および第3図に斜視図および断面図で示す平板型圧電素子1が用いられてきている。ここでは、分極処理された圧電セラミックス2の上面および下面に電極3、4が形成されており、電極3、4から電圧を印加することにより所望の振動が振動が取出され得る。ところで、この種の平板型圧電素子1では、共振周波数の調整は、通常、端面すなわち外周面を研磨することにより行なうことが可能である。

しかしながら、たとえばラダーフィルタの第2共振子用として用いる場合のように、インピーダンスを低くすることが要求される場合には、第2図および第3図に示した圧電素子1は不十分なものであった。

中央の主領域22とからなるものが用いられている。特に図示はしないが、より下側に配置される各電極13b、13c、13dについても、同様の形状の電極が用いられており、したがって突出部が、1層おきに第4図の左右方向端面に引出されている。このように1層おきに引出された各電極13a…13dの突出部は、それぞれ、外部電極15、16により電気的に接続されている。

#### [発明が解決しようとする問題点]

上述したような積層型の圧電素子にあっては、従来の平板型圧電素子1に比べて、同一の大きさでインピーダンスを大きく低減することが可能である。しかしながら、所望の共振周波数に振動させるべく周波数調整を行なうに際しては、焼結体の端面の研磨による方法を採用することはできない。すなわち、第4図および第5図に示したような積層型圧電素子11にあっては、外部電極15、16が焼結体端面に形成されているため、端面を研磨すると、該外部電極15、16が除去されてしまい、共振子としての機能を果たし得ないとい

そこで、第5図に略図的断面図で示すような積層型の圧電素子11が近年開発されている。ここでは、複数のセラミック層11a…11cが、内部電極13b、13cを介して積層されて一体に焼成されている。なお、電極13a、13dは、内部電極13b、13cと同時に、あるいは焼成後に形成され得る。電極13a…13dは、外部電極15、16により、それぞれ、1層おきに電気的に接続されている。よって、電極15、16より電圧を印加し、第5図の矢印で示す方向に各セラミック層11a…11cを分極し、しかる後外部電極15、16より電圧を印加することにより重なり合った各セラミック層11a…11cを全体に伸縮させることが可能とされている。

第4図は、第5図に示したような積層型圧電素子の具体的構造の一例を示す略図斜視図である。なお、この具体例をラダー型フィルタの第2共振子用として用いることは未だ公知ではないものであることを指摘しておく。ここでは、電極13aとして、焼結体の端面まで延びる突出部21と、

う欠点があった。

それゆえに、この発明の目的は、容易にかつ確実に周波数調整が可能な積層型圧電素子を提供することにある。

#### [問題点を解決するための手段]

この発明は、相互に厚み方向に重なり合うように内部電極を介して積層され、一体に焼結されてなる焼結体を用いた積層型圧電素子であって、積層方向から見たときに、該焼結体の外周部の少なくとも2以上の箇所に積層方向に延びる切欠が形成されており、該切欠には接続されるべき内部電極の端部のみが露出されており、かつ接続されるべき内部電極同士を電気的に接続するための導電部が形成されている、圧電素子である。なお、「内部電極」なる用語は、本明細書中の以下の記載においては、セラミック層に挟まれて形成されている電極のみならず、焼結体の上下面に形成された電極をも含むものと定義することにする。

内部電極の切欠に臨む端部は、該切欠の最大幅とほぼ等しい幅で、該内部電極の中央の主領域が

ら外側に向って突出形成されており、該内部電極の中央の主領域は、突出形成された部分を除いては、切欠の奥行きよりも中央側に寄せられて形成され得る。

また、この内部電極は、一層おきに同一の切欠にその端部が露出されており、それによって1層おきに同一の導電部により電氣的に相互に接続され得る。

#### 〔作用〕

この発明によつては、接続されるべき内部電極を電氣的に接続される導電部が切欠内に形成されており、したがって該導電部の厚み分だけ該切欠の形成された側の端面を研磨したとしても、各内部電極間の電氣的接続は確保され得る。

#### 〔実施例の説明〕

第1図は、この発明の一実施例の概略斜視図であり、第6図は第1図に示した実施例を得るのに用いられる複数のセラミックグリーンシートを示す平面図である。

第6図に示すように、第1図に示す実施例を作

については、後述する。

上述のように準備された各セラミックグリーンシート31a…31cを、第6図に示した状態のまま積層し、同時に焼成することにより、内部電極32b、32cを介して積層された焼結体を得ることができる。

次に、このようにして得られた焼結体の外周部において積層方向に延びる1対の切欠が形成される。この切欠は、第6図に破線で示すように、各電極パターン32a…32dの突出部33a…33dが設けられている位置、ならびに各セラミックグリーンシート31a…31cにおいて該突出部が設けられている辺と反対側の辺に形成される。すなわち、2個の切欠は、焼結体の対向する側面において、それぞれ、積層方向に延びて形成されている。

ところで、この切欠の大きさは、たとえば第6図のセラミックグリーンシート31a上に破線Aで示すように、最大幅が電極パターン32aの突出部33aの幅とほぼ等しくなるように形成され

成するに際しては、3枚のセラミックグリーンシート31a、31b、31cを準備する。なお、各セラミックグリーンシート31a…31cの一方面には内部電極となる電極パターン32a…32cが、それぞれ、形成されている。また、セラミックグリーンシート31cの他方面には、セラミックグリーンシート31cの電極パターン32c側から見たときに、第6図に示すような形状の電極パターン32dが形成されている（ここでは、セラミックグリーンシート31cの上方から見た電極パターン32dの形状を示しているものであるため、セラミックグリーンシート31cは想像線で描かれている。）。

ところで、各電極パターン32a…32dは、それぞれ、セラミックグリーンシート31a…31cの一辺に延びる突出部33a…33dを有し、該突出部33a…33d以外の主領域部分34a…34dは、セラミックグリーンシート31a…31cのいずれの辺にも至らないように中央側に寄せられて形成されている。この寄せられた距離

ている。したがって、焼結体に切欠が形成された後には、該切欠に突出部33aの端部が露出することになる。他方、該切欠の奥行きは、第6図のセラミックグリーンシート31aに記されている他の破線Bで示すように、電極パターン32aの主領域34aが中央側に寄せられた距離x（第6図参照）よりも短く選ばれている。したがって、切欠が形成された後においても、各電極パターン32a…32dの突出部33a…33d以外の部分すなわち主領域34a…34dは、いずれも切欠には位置しないことになる。

上述のようにして切欠が形成された後、該切欠に、第1図に示すように導電部36、37が形成される。導電部36、37は、たとえば銀ペーストを焼付けることにより形成され得る。このようにして得られた第1図に示す実施例の断面図を、第7図に示す。第7図から明らかなように、各内部電極32a…32dは、1層おきに導電部36、37に電氣的に接続されていることがわかる。したがって、導電部36、37より電圧を印加して

分極処理することにより、第7図に矢印で示す方向に、各セラミック層31a…31cを分極処理することができ、また同様に導電部36、37を通して電圧を印加すれば、第5図に示した従来の積層型圧電素子と同様に拡がり振動を発生する。

ところで、第1図に示した実施例の圧電素子31では、各内部電極32a…32dを接続する機能を果たす導電部36、37は、切欠内に形成されているので、該導電部36、37を切欠内で厚く形成しておけば、該厚みの分だけ側面を研磨したとしても、内部電極32aと内部電極32c、ならびに内部電極32bと内部電極32dとの電氣的接続は確保され得る。すなわち、第7図において明瞭に図解されているように、外部電極となる導電部36、37の厚み分だけ端面を研磨することが可能とされている。よって、第4図および第5図に示した従来の積層型圧電素子と異なり、端面研磨により容易に周波数の調整を行なうことが可能であることがわかる。

第8図は、この発明の第2の実施例を示す概略

電極パターン42a…42dに、それぞれ2個の突出部を設けたことに対応して、切欠が、焼結体の4辺に形成される。この切欠の形成される位置を、第9図において破線で示す。この切欠の深さおよび幅は、先に説明した第1図に示した実施例の場合と同様に形成され得る。

焼結体の側面に上述のような切欠を形成した後、導電部46、47、48、49を各切欠内に形成する。このようにして、第8図に示す圧電素子41を得ることができる。ここでは、内部電極42aと内部電極42cとが導電部46、48により接続されており、他方内部電極42bと内部電極42dが導電部47、49により接続されている。したがって、導電部46、48のいずれか一方、ならびに導電部47、49のいずれか一方より、電圧を印加して分極処理を行なうことができ、同様に駆動することが可能とされている。

また、周波数調整を行なうに際し、端面を研磨する場合には、第8図に示した圧電素子41の全端面を均一に研磨しても、各端面間において質量

斜視図であり、第9図は第8図に示した実施例の圧電素子を得るのに用いる各電極パターンを示すための平面図である。

第8図および第9図から明らかなように、ここでは各電極パターン42a…42dに、それぞれ、2個の突出部が形成されている。たとえば、電極パターン42aは、セラミックグリーンシート41aの互いに直交する2辺に、それぞれ、突出部43a、53aが形成されている。同様に、他の電極パターン42b…42dにも、2個の突出部43b、53b…43d、53dが形成されている。なお、電極パターン42dについては、第6図に示した電極パターン32dと同様に、セラミックグリーンシート42cの上方から見た状態を示すように描かれており、したがってセラミックグリーンシート41cを想像線で示してある。

第9図に示した各セラミックグリーンシート41a…41cを、第1図に示した実施例の製作の場合と同様に同時焼成することにより、焼結体を得ることができる。ここでは、上記したように各

の差が生じないため、第1図に示した実施例に比べてより理想的な拡がり振動を得ることが可能となる。

第10図は、第8図に示した実施例の断面図を示し、ここでも導電部46、47の厚み分だけ研磨したとしても、各内部電極42a、42cおよび42b、42dの電氣的接続が確保され得ることがわかる。なお、導電部48、49を通る面で切断した場合であっても、同様の断面が現われることは言うまでもない。

上述のようにして得られた第1図および第8図に示した実施例の圧電素子における端面研磨量と、共振周波数 $f_r$ との関係を第11図に示す。第11図から明らかなように、いずれの実施例においても、端面研磨量と共振周波数 $f_r$ との間にはほぼ直線関係が成立することがわかる。

また、第12図ないし第15図に、それぞれ、第2図に示した従来の平板型圧電素子、第4図に示した従来の積層型圧電素子、第1図に示した実施例ならびに第8図に示した実施例のインピーダ

ンスー周波数特性を示す。第12図ないし第15図から明らかなように、第12図の従来の平板型圧電素子1に対して、積層型圧電素子(第4図、第1図および第8図に示した例)では弧がり振動のスプリアスとなる高調波を大幅に低減し得ることがわかる。また、この発明の実施例である第1図および第8図に示した圧電素子31、41によれば、3.5ないし4.0×10<sup>8</sup> kHz付近に現われる厚み振動に基づくスプリアスも大幅に低減し得ることがわかる。これは、第1図および第8図に示した実施例の圧電素子31、41では、ノードカットにより厚み振動に基づくスプリアスが抑圧されるためと考えられる。

なお、上述した実施例では、いずれもセラミック層の積層数は3層であったが、より多くの層数の圧電素子にもこの発明が適用され得ることは言うまでもない。また、切欠の形状についても、その平面形状は円弧状に限らず、四角形等の適宜の形状に構成し得ることは言うまでもない。

上記した実施例では、セラミックグリーンシー

aにも切欠を設けておき、一方の切欠63a側に該切欠63aまで延びる電極突出部64aを設ける。同様に、セラミックグリーンシート61b上の内部電極62bについても、切欠63b、73bのうちの一方の切欠73bに延びる突出部64bを形成する。このように内部電極62a、62bは、セラミックグリーンシート61a、61bの切欠63b…73bの最も奥に位置する部分よりも外側にまで延びて形成されているため、先に説明した実施例に比べて、内部電極62a、62bの面積が大きくされており、したがって圧電性がより高められ得ることがわかる。

より好ましくは、第17図に示すように、切欠83a、93a、83b、93b近傍の部分を除いては、セラミックグリーンシートの端縁まで延びる内部電極82a、82bを用いれば、電極面積はより大きくされ、したがってさらに一層圧電性が高められ得る。

#### [発明の効果]

以上のように、この発明によれば、積層方向か

トを積重ねて積層体とし、これを焼成して焼結体を得、この焼結体の外周部に積層方向に延びる切欠を形成したが、この他予め切欠を形成したグリーンシートをその切欠位置を合わせて積重ね、該積層体を焼成して積層方向に延びる切欠を有する焼結体を得てもよい。

また、大きなセラミックグリーンシートを用い、このグリーンシートに予め上記切欠に対応する穴を形成し、このグリーンシートを積重ねて焼成し、単一の圧電素子を得る段階で切断するとき、上記穴を通る位置で切断し、積層方向に延びる切欠が形成された状態の単一の圧電素子を複数個得るようにしてもよい。

また、内部電極の形状についても上記実施例に示したものに限らず、第16図に平面図で示す内部電極62a、62bのように、セラミックグリーンシート61a、61bよりわずかに内側に入り込んだ大きさとしてもよい。すなわち、電極62aにおいては、セラミックグリーンシート61aの切欠63a、73aに対応して内部電極62

ら見たときに焼結体の外周部の少なくとも2以上の箇所に積層方向に延びる切欠が形成されており、該切欠には接続されるべき内部電極の端部のみが露出されており、かつ接続されるべき内部電極同士を電気的に接続するための導電部が形成されているので、側面の研磨により、容易かつ確実に周波数の調整が可能な圧電素子を得ることができる。

この発明の圧電素子は、たとえばラダー型フィルタの第2共振子に好適であるが、その他共振子もしくは共振子一般に利用し得るものであることを指摘しておく。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の一実施例を示す概略斜視図である。第2図は、従来の圧電素子の一例を示す概略斜視図である。第3図は、第2図に示した圧電素子の断面図である。第4図は、従来の圧電素子の他の例を示す概略斜視図である。第5図は、第4図に示した圧電素子の断面図である。第6図は、第1図に示した実施例を作成するのに用いる電極パターンを説明するための平面図である。第

7図は、第1図に示した実施例の断面図である。第8図は、この発明の第2の実施例を示す斜視図である。第9図は、第8図に示した実施例を作成するのに用いられる電極パターンを説明するための平面図である。第10図は、第8図に示した実施例の断面図である。第11図は、この発明の実施例における端面研磨量と共振周波数との関係を示す図である。第12図は、第1図に示した従来の圧電素子のインピーダンス-周波数特性を示す図である。第13図は、第4図に示した従来の圧電素子のインピーダンス-周波数特性を示す図である。第14図は、第1図に示した実施例のインピーダンス-周波数特性を示す図である。第15図は、第8図に示した実施例のインピーダンス-周波数特性を示す図である。第16図は内部電極の形状の他の例を示す平面図である。第17図は内部電極の形状のさらに他の例を示す平面図である。

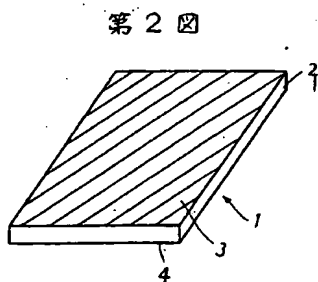
図において、31は圧電素子、31a...31cはセラミック層、32a...32dは内部電極、3

3a...33dは突出部、34a...34dは主領域、36、37は導電部、41は圧電素子、41a...41cはセラミック層、42a...42dは内部電極、43a...43d、53a...53dは突出部、44a...44dは主領域、46、47、48、49は導電部、61a、61bはセラミックグリーンシート、62a、62bは内部電極、63a、63b、73a、73bは切欠、64a、64bは突出部、82a、82bは内部電極、83a、83b、93a、93bは切欠、84a、84bは突出部を示す。

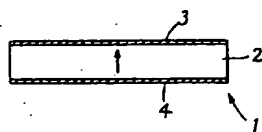
特許出願人 株式会社村田製作所

代理人 弁理士 深見久郎

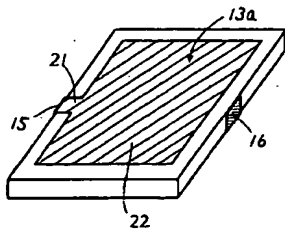
(ほか2名)



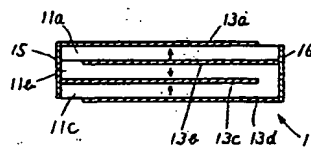
第3図



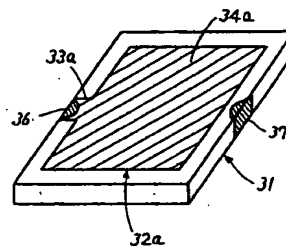
第4図



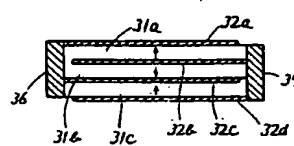
第5図



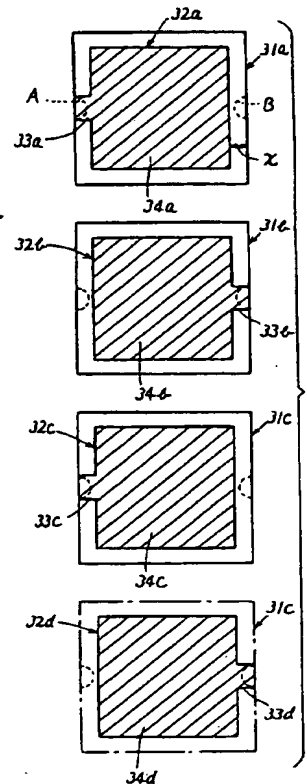
第1図



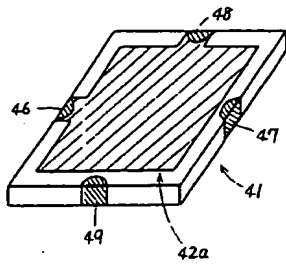
第7図



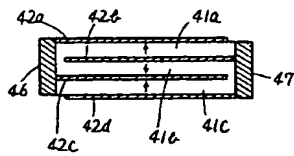
第6図



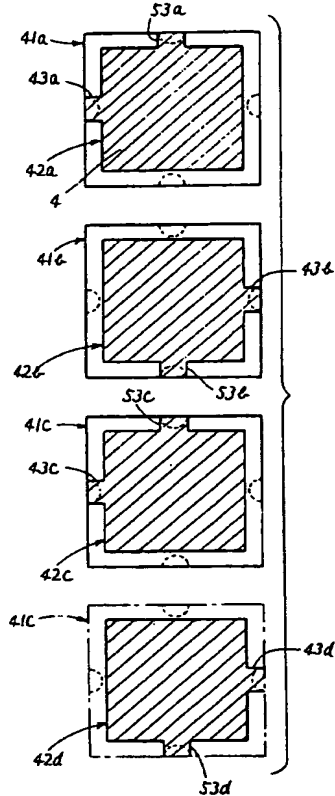
第8図



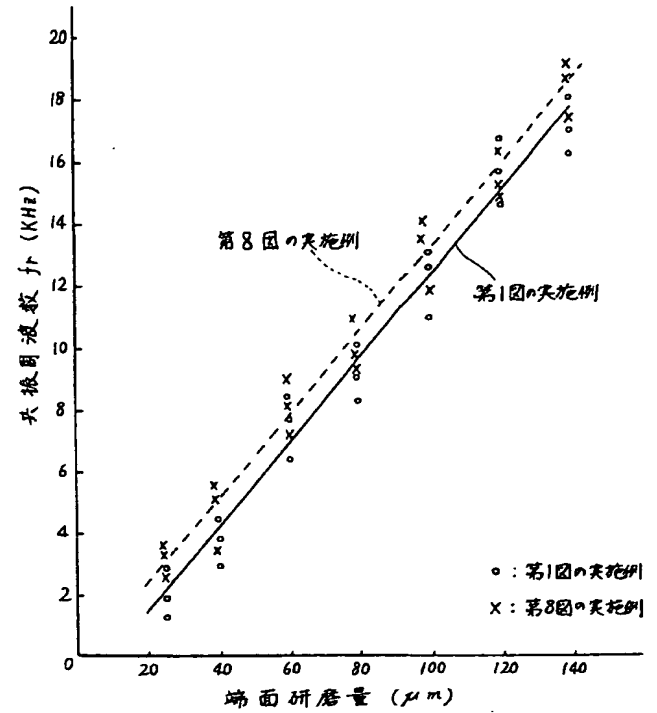
第10図



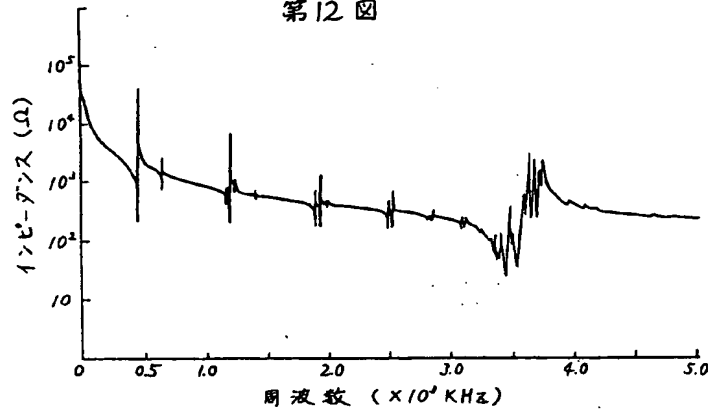
第9図



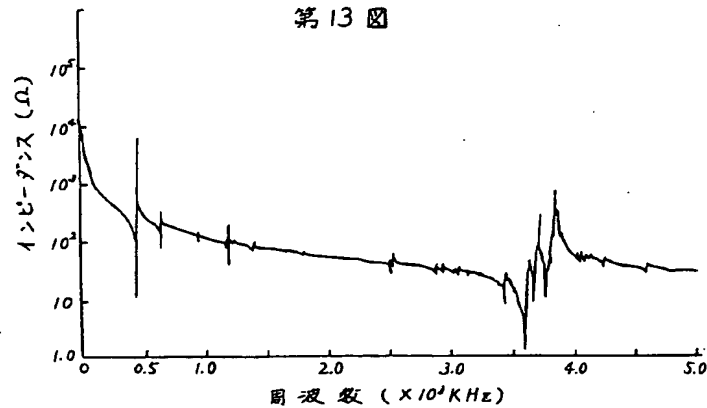
第11図



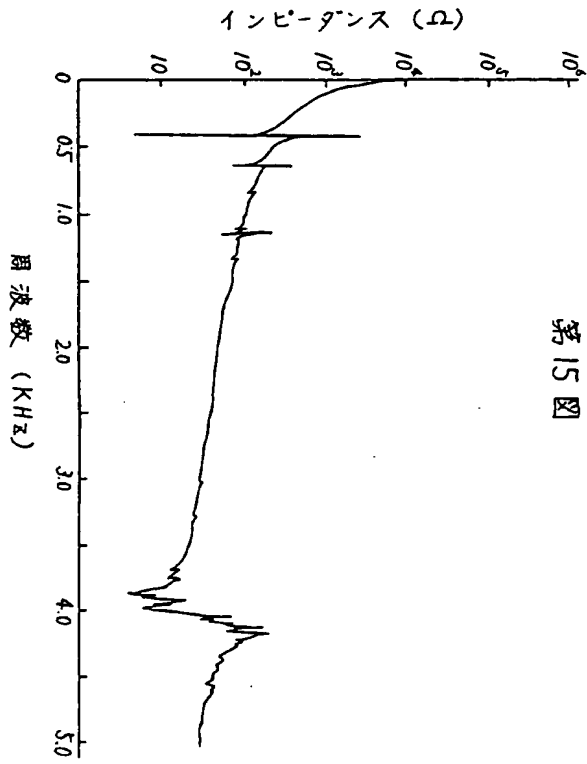
第12図



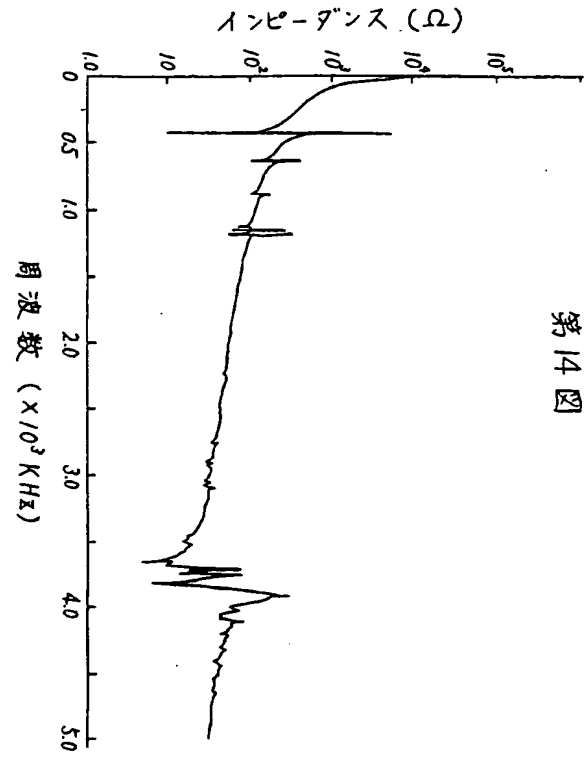
第13図







第15図



第14図

